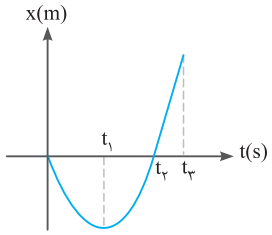
فـهرسـت مطالـــب

فیزیک دوازدهـــم
(ریاضی و فیزیک)

فهرست مطالـــــب	شماره صفحه
آزمون (۱) نوبت اول	۵
آزمون (۲) نوبت اول	۷
آزمون (۳) نوبت اول	۹
آزمون (۴) نوبت اول	۱۱
آزمون (۵) نوبت دوم	۱۳
آزمون (۶) نوبت دوم	۱۵
آزمون (۷) نوبت دوم	۱۷
آزمون (۸) نوبت دوم	۱۹
پاسخنامه تشریحی	۲۱
خلاصه فصل‌ها	۳۵

آزمـــــــون (۱) نـوبت اول

۱ نمودار مکان ـ زمان متحرکی که روی محور x حرکت می‌کند، مطابق شکل زیر است. با توجه به نمودار (که در بازه زمانی صفر تا t_2 سهمی و در بازه زمانی t_2 تا t_3 خط راست است)، در هر یک از عبارت‌های زیر، گزینه درست را از داخل پرانتز انتخاب کنید. ۱/۲۵



الف) در بازهٔ زمانی صفر تا t_1 نوع حرکت جسم (تندشونده، کندشونده) است.

ب) در لحظهٔ $(t_2 - t_1)$، جهت حرکت جسم تغییر کرده است.

پ) در لحظهٔ $(t_2 - t_1)$، جسم از مبدأ مکان عبور کرده است.

ت) در بازهٔ زمانی t_2 تا t_3، جسم در (جهت ـ خلاف جهت) محور x حرکت کرده است.

ث) در بازهٔ زمانی t_1 تا t_2، علامت شتاب جسم (مثبت ـ منفی) است.

۲ جمله‌های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. ۱

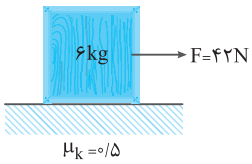
الف) در حرکت هماهنگ سادهٔ وزنه ـ فنر، در لحظه‌ای که فنر بیشترین فشردگی را دارد، سرعت نوسانگر _____ است.

ب) در حرکت هماهنگ ساده، جهت نیروی بازگردانندهٔ فنر، همواره _____ بردار مکان جسم است.

پ) اگر طول آونگ ساده کم دامنه را _____ برابر کنیم، دورهٔ نوسان آونگ دو برابر می‌شود.

ت) وقتی فاصلهٔ نوسانگر از وضع تعادل، نصف دامنه است، انرژی پتانسیل کشسانی آن _____ برابر انرژی مکانیکی است.

۳ در شکل مقابل، جسم روی سطح افقی با ضریب اصطکاک $\mu_k = ۰/۵$ ساکن است. نیروی افقی $F = ۴۲N$ به مدت ۱۵s به جسم اثر کرده و قطع می شود. از لحظهٔ شروع حرکت تا توقف کامل، جسم چه مسافتی را بر حسب متر طی می‌کند؟ ۱/۵



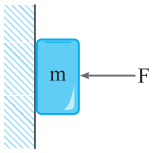
۴ هرگاه جسمی به جرم m به فنری متصل شود و به نوسان درآید، با دورهٔ تناوب ۲s نوسان می‌کند. اگر جرم این جسم ۲kg افزایش یابد، دورهٔ تناوب ۳s می‌شود. مقدار m را محاسبه کنید. ۲

۵ مهره‌ای به جرم ۲۵ g به نخی به طول ۴۰cm بسته شده و به انتهای دیگر نخ، حلقهٔ کوچکی وصل می‌کنیم. سپس حلقه را با میخ کوتاهی در وسط میزی، ثابت می‌کنیم، اصطکاک مهره با میز ناچیز است و مهره روی مسیر دایره‌ای با دوره ۰/۵s حول میخ، حرکت می‌کند.

الف) نیروی مرکزگرای وارد بر مهره چند نیوتن است؟ $(\pi^2 = ۱۰)$ ۱

ب) منشاء این نیروی مرکزگرا چه نیرویی است؟ ۰/۲۵

۶ مطابق شکل، جسمی به جرم ۰/۵ kg را با نیروی افقی $F = ۲۰N$ به دیوار قائم فشرده‌ایم و جسم در آستانهٔ حرکت به طرف پایین است.

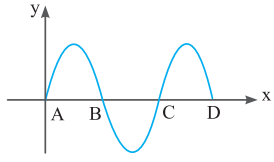


الف) ضریب اصطکاک ایستایی بین جسم و دیوار چقدر است؟ $\left(g = ۱۰\frac{N}{kg}\right)$ ۰/۷۵

ب) نیروی قائم رو به بالای F' که باید بر جسم وارد شود تا جسم را در آستانه حرکت به سمت بالا قرار دهد، چند نیوتن است؟ ۰/۵

۷ معادلهٔ نیرو ـ مکان نوسان‌گر ساده‌ای در SI به صورت $F = -۹۰\pi^2 x$ است. اگر طول پاره‌خط مسیر حرکت نوسان‌گر ۱۰cm و جرم نوسان‌گر ۱۰۰g باشد، معادله مکان ـ زمان این نوسان‌گر را در SI بنویسید. ۱/۲۵

۸ شکل زیر، موجی را نشان می‌دهد که در جهت محور x در حال انتشار است: ۰/۷۵



الف) این موج عرضی است یا طولی؟

ب) فاصلهٔ بین اولین قله از سمت چپ تا نقطهٔ D را برحسب طول موج به دست آورید.

پ) کدام‌یک از دو نقطهٔ C و B با سرعت بیشینه در جهت $-y$ در حال نوسان است؟

آزمون (۱) نوبت اول

۹ جسمی با سرعت ثابت بر مسیری مستقیم در حرکت است. اگر جسم در لحظهٔ $t_1 = 5s$ در مکان $x_1 = 6m$ و در لحظهٔ $t_2 = 20s$ در مکان $x_2 = 36m$ باشد: (۱)

الف) معادلهٔ مکان ـ زمان جسم را بنویسید.

ب) مکان جسم در لحظهٔ $t = 50s$ را محاسبه کنید.

پ) نمودار سرعت ـ زمان جسم را رسم کنید.

---

۱۰ جمله‌های زیر را با عبارت مناسب کامل کنید. (۱)

الف) سرعت صوت در هوا در دمای $819^\circ C$ ------- است.

ب) سرعت صوت در آب ------- از سرعت صوت در مس است.

پ) امواج الکترومغناطیسی امواجی ------- هستند.

ت) در امواج الکترومغناطیسی زاویهٔ میدان الکتریکی با میدان مغناطیسی برابر ------- درجه است.

ث) در امواج الکترومغناطیسی، بسامد میدان الکتریکی ------- برابر بسامد میدان مغناطیسی است.

---

۱۱ اگر از سطح زمین به اندازه $\frac{1}{4}$ شعاع زمین بالا برویم، وزن یک جسم چه کسری از وزن آن در سطح زمین می‌شود؟ (۱)

---

۱۲ پره‌های یک پنکه در هر دقیقه ۱۲۰۰ دور می‌زند، کمیت‌های زیر را محاسبه کنید.

الف) دوره و بسامد زاویه‌ای (۰/۷۵)

ب) سرعت خطی و شتاب مرکزگرای نقطه‌ای که فاصله آن از محور ۳۰cm باشد. $(\pi = 3)$ (۰/۷۵)

---

۱۳ اتومبیلی در مسیر مستقیم با سرعت $72\frac{km}{h}$ در حال حرکت است. ناگهان راننده ترمز می‌کند و اتومبیل پس از 5s می‌ایستد. اگر در مدت کند شدن حرکت اتومبیل، شتاب ثابت باشد، مطلوبست محاسبهٔ: (۱/۵)

الف) مسافت طی شده

ب) شتاب حرکت

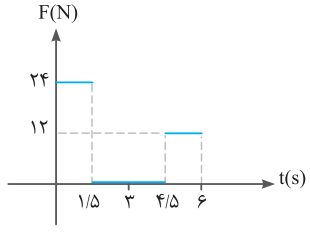
پ) سرعت متوسط در این حرکت

---

۱۴ به انتهای فنری، یک بار وزنهٔ ۲ نیوتنی و بار دیگر وزنه ۵ نیوتنی را آویزان می‌کنیم. اگر طول فنر در این دو حالت به ترتیب 24cm و 30cm شود، ضریب ثابت فنر چند نیوتن بر متر است؟ (۱/۲۵)

---

۱۵ شکل مقابل، نمودار نیرو ـ زمان جسمی به جرم 3kg که در مبدأ زمان از حال سکون شروع به حرکت کرده است، می‌باشد. سرعت این جسم در لحظهٔ $t = 3s$ چند متر بر ثانیه است؟ (۱)



---

۱۶ ریسمانی به طول 4cm و جرم 40g توسط نیروی 16N کشیده می‌شود. سرعت انتشار موج در آن چقدر است؟ (۱/۵)

آزمـــــــون (۸) نـوبت دوم

۱ (۱/۲۵) معادله مکان متحرکی به صورت $x(t) = ۴t^۲ - ۶t + ۳$ است.

الف) معادله سرعت متحرک را به‌دست آورید.

ب) سرعت متحرکی در لحظه $t = ۶s$ را محاسبه نمایید.

پ) سرعت متوسط متحرک بین لحظه $t = ۱s$ تا $t = ۴s$ را محاسبه نمایید.

ت) این متحرک در چه لحظه‌ای تغییر جهت می‌دهد؟

ث) شتاب متحرک در لحظه $t = ۲s$ را به‌دست آورید.

---

۲ (۱/۵) خودرویی با سرعت $۱۰۸\frac{km}{h}$ از چهار راهی عبور می‌کند. بعد از گذشت مدت زمان $۳s$ کامیونی از حال سکون با شتاب $۴\frac{m}{s^۲}$ از چهار راه شروع به حرکت می‌نماید.

الف) این دو متحرک چند ثانیه بعد از حرکت کامیون به یکدیگر می‌رسند؟

ب) هنگام رسیدن دو متحرک به یکدیگر، در چه فاصله‌ای از چهارراه هستند؟

پ) سرعت کامیون در لحظه رسیدن دو متحرک به یکدیگر را محاسبه نمایید.

---

۳ (۱) توپی به جرم $۲kg$ با سرعت $۳۰\frac{m}{s}$ به دیواری برخورد کرده و با سرعت $۲۵\frac{m}{s}$ در جهت مخالف برمی‌گردد:

الف) اندازه تغییر تکانه توپ را محاسبه کنید.

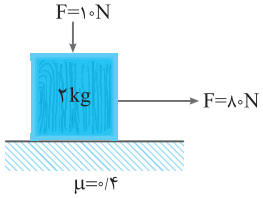
ب) اگر برخورد توپ با دیوار $۰/۰۱s$ به طول انجامیده باشد. اندازه نیروی وارد بر توپ از طرف دیوار را محاسبه نمایید.

---

۴ (۱) حداقل ضریب اصطکاک ایستایی بین چرخ‌های خودرو و سطح جاده چه‌قدر باشد تا خودرو بتواند با تندی $۷۲\frac{km}{h}$ میدان افقی به شعاع ۱۰۰ متر را دور بزند؟ $\left(g = ۱۰\frac{m}{s^۲}\right)$

---

۵ (۱) در شکل زیر:



الف) نیروی عمودی سطح را محاسبه کنید.

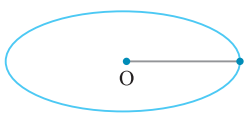
ب) شتاب حرکت را محاسبه کنید.

---

۶ (۰/۷۵) به سطح یک میکروفون که مساحت آن $۵cm^۲$ است در مدت $۶s$ مقدار $۱/۵\times۱۰^{-۱۱}J$ انرژی صوتی می‌رسد. شدت صوت در سطح میکروفون را به‌دست آورید. (سطح میکروفون عمود بر راستای انتشار صوت است.)

---

۷ (۱) مطابق شکل، مهره‌ای به جرم ۲۰ گرم توسط نخی به مرکز دایره (O) متصل است. مهره را روی مسیر دایره‌ای شکل به شعاع $۱۰cm$ به حرکت درمی‌آوریم. اگر سرعت حرکت مهره $۲\frac{m}{s}$ باشد. بزرگی نیروی کشش نخ را محاسبه کنید. (از نیروی گرانشی صرف‌نظر کنید.)



---

۸ (۱/۲۵) جسمی به جرم $۱kg$ به فنری متصل شده است. این فنر با فرکانس $۵Hz$ نوسان می‌کند. اگر بیشینه انرژی پتانسیل جسم $۴/۵J$ باشد:

الف) ضریب سختی فنر را محاسبه کنید.

ب) بیشینه فاصله از حالت تعادل را به‌دست آورید.

پ) معادله حرکت نوسان هماهنگ ساده آن را بنویسید. $(\pi \simeq ۳)$

ت) سرعت بیشینه این جسم را محاسبه کنید.

ث) نمودار U, E و K جسم را رسم کنید.

آزمون (۸) نوبت دوم

۹ به سؤالات زیر پاسخ دهید. ۰/۲۵

الف) موج طولی را تعریف کنید.

ب) امواج الکترومغناطیسی از کدام دسته امواج هستند؟ ۱

پ) ویژگی‌های امواج الکترومغناطیسی را بیان نمایید.

---

۱۰ اگر الکترون از $n=5$ به $n=4$ برود: $R_H = 0/01 (nm)^{-1}$ ۱/۵

الف) انرژی آن افزایش می‌یابد یا کاهش؟

ب) طول موج فوتون الکترومغناطیسی گسیل شده را محاسبه کنید.

پ) نام طیف و ناحیه طیف فوتون گسیل شده را ذکر کنید.

---

۱۱ گسیل القایی را توضیح دهید. این فرآیند اساس کار چه وسیله‌ای است؟ ۱

---

۱۲ نیمه عمر یک ماده پرتوزا ۶ روز است. پس از چند روز $\frac{1}{8}$ از هسته‌های اولیه تجزیه نشده باقی می‌مانند؟ ۱

---

۱۳ الف) مدل اتمی تامسون را توضیح دهید. ۱

ب) مدل اتمی رادرفورد را با بیان موفقیت‌ها و نارسایی‌ها توضیح دهید.

---

۱۴ در اتم هیدروژن: $(a_0 = 5/29 \times 10^{-11} m)$ ۱/۵

الف) شعاع مدار سوم را محاسبه کنید.

ب) انرژی مدار دوم را به‌دست آورید.

پ) الکترونی از مدار $n=4$ به حالت پایه، گذار می‌کند، انرژی، فرکانس و طول موج فوتون گسیل شده را محاسبه نمایید.

---

۱۵ الف) طیف جذبی و طیف نشری را توضیح دهید. ۱

ب) چگونه با استفاده از طیف جذبی عناصر موجود در یک ترکیب را شناسایی نماییم.

---

۱۶ الف) انرژی بستگی هسته‌ای را توضیح دهید. ۱

ب) ترازهای انرژی هسته‌ای را توضیح دهید.

پ) چرا هسته‌ها در واکنش‌های شیمیایی برانگیخته نمی‌شوند؟

---

۱۷ شدت صوت یک هواپیمای جت برابر $10^2 \frac{W}{m^2}$ است. تراز شدت این صوت چند دسی‌بل است؟ $(I_0 = 10^{-12} \frac{W}{m^2})$ ۱

---

۱۸ به سؤالات زیر پاسخ دهید: ۱

الف) تابش گرمایی چیست؟

ب) طیف پیوسته چیست؟ علت آن را ذکر کنید.

پ) طیف حاصل از گازها چگونه است؟ علت آن را بیان کنید.

فیزیک (۳) — پاسخ‌نامه آزمون ۱۱

۱

الف) کندشونده — ب) t_1

پ) t_2 — ت) جهت

ث) مثبت

۲

الف) صفر — ب) در خلاف جهت

پ) ۴ — ت) $\frac{1}{4}$

۳

$\Delta x = \Delta x_1 + \Delta x_2 = 225 + 90 = 315m$

Δx_1: هنگامی که نیروی F بر جسم اثر می‌کند:

Δx_2: هنگامی که تنها نیروی اصطکاک بر جسم اثر می‌کند:

$\Delta x_1: F - f_k = ma \rightarrow F - \mu_k \times F_N = ma$

$\rightarrow 42 - 0/5 \times 6 \times 10 = 6a \rightarrow 12 = 6a \rightarrow a = 2\frac{m}{s^2}$

$\Delta x_1 = \frac{1}{2}at^2 + v_0 t = \frac{1}{2} \times 2 \times t^2 + 0 \times t = t^2$

$\Delta x_1 = \Delta x(15) = 225m$

$\Delta x_2: v(15) = 15 \times 2 + 0 = 30\frac{m}{s}$

(a در اثر اصطکاک)

$-f_k = ma \rightarrow -0/5 \times 6 \times 10 = 6 \times a \rightarrow a = -5\frac{m}{s^2}$

$v^2 - v_0^2 = 2a\Delta x_2 \rightarrow 0 - 900 = 2 \times -5 \times \Delta x_2 \rightarrow \Delta x_2 = \frac{-900}{-10} = 90m$

۴

حالت اول: $\sqrt{\frac{4}{m}} = \frac{2\pi}{T} \rightarrow \sqrt{\frac{4}{m}} = \frac{2\pi}{2} = \pi \rightarrow \sqrt{\frac{k}{m}} = \pi$

حالت دوم: $\sqrt{\frac{k}{m'}} = \frac{2\pi}{T'} \rightarrow \sqrt{\frac{k}{m'}} = \frac{2\pi}{3} \rightarrow \frac{3}{2}\sqrt{\frac{k}{m'}} = \pi$

$\Rightarrow \frac{3}{2}\frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m'}} = \frac{\sqrt{k}}{\sqrt{m}} \rightarrow \frac{9}{4}\frac{1}{m'} = \frac{1}{m} \xrightarrow{m'=m+2} 9m = 4m + 8$

$\rightarrow 5m = 8 \rightarrow m = 1/6kg$

۵

الف) $F = mr\omega^2 = mr\frac{4\pi^2}{T^2}$

$\Rightarrow F = 25 \times 10^{-3} \times 40 \times 10^{-2} \times \frac{4\pi^2}{0/25} \Rightarrow F = 1/6N$

ب) نیروی کشش نخ

۶

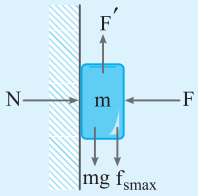
الف) $\begin{cases} F = N \\ f_{s\max} = mg \end{cases}$

$f_{s\max} = \mu_s . N = \mu_s . F = mg$

$\Rightarrow \mu_s = \frac{mg}{F} = \frac{0/5 \times 10}{20} = \frac{5}{20} = \frac{1}{4}$

ب) $F' - (mg + f_{s\max}) = 0$

$\rightarrow F' = 0/5 \times 10 + \frac{1}{4} \times 20 = 5 + 5 = 10N$



۷

$F = -90\pi^2 x = -m\omega^2 x \Rightarrow 90\pi^2 = m\omega^2$

$\xrightarrow{100g=0/1kg} 90\pi^2 = 0/1\omega^2 \Rightarrow \omega^2 = 900\pi^2 \Rightarrow \omega = 30\pi$

$x = A\cos(\omega t) \Rightarrow x = 0/1\cos(30\pi t)$

۸

الف) عرضی — ب) $\lambda + \frac{\lambda}{4} = \frac{5\lambda}{4}$

پ) B

۹

الف)

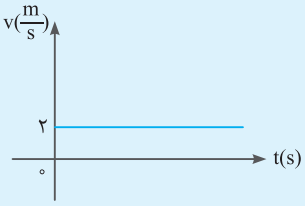
$x = vt + x_0 \rightarrow \begin{matrix} -4 \\ \\ \end{matrix} \begin{cases} 6 = 5v + x_0 \\ 36 = 20v + x_0 \end{cases}$

$12 = -3x_0 \rightarrow x_0 = -4m \rightarrow v = 2\frac{m}{s}$

$x = 2t - 4$

ب) $x(50) = 100 - 4 = 96m$

پ)



۱۰

الف) $v = 331\sqrt{\frac{T}{273}} = 331\sqrt{\frac{819 + 273}{273}}$

$= 331\sqrt{\frac{4 \times 273}{273}} = 331\sqrt{4} = 2 \times 331 = 662\frac{m}{s}$

$= 331\sqrt{\frac{4 \times 273}{273}} = 331\sqrt{4} = 2 \times 331 = 662\frac{m}{s}$

ب) کمتر — پ) عرضی

ت) ۹۰ — ث) یک

۱۱

$W = mg = m\frac{GM_e}{r^2}$

$W_1 = mg_1 = m\frac{GM_e}{\left(R_e + \frac{1}{4}R_e\right)^2} = m\frac{GM_e}{\left(\frac{5}{4}R_e\right)^2} = m\frac{GMe}{\frac{25}{16}R_e^2}$

$W_2 = mg_2 = m\frac{GM_e}{(R_e)^2}$

$\frac{W_1}{W_2} = \frac{\frac{mGM_e}{\frac{25}{16}R_e^2}}{\frac{mGM_e}{R_e^2}} = \frac{R_e^2}{\frac{25}{16}R_e^2} = \frac{16}{25}$

۳

الف) $18\frac{km}{h}=5\frac{m}{s}$

$v^2-v_0^2=2a\Delta x \rightarrow 25-16=2a(19-10) \rightarrow 9=2a\times 9 \rightarrow a=\frac{1}{2}\frac{m}{s^2}$

ب) $v=at+v_0 \rightarrow \Delta v=a\Delta t \rightarrow 5-4=0/5\times\Delta t$

$\rightarrow 1=0/5\times\Delta t \rightarrow \Delta t=2s$

۴

الف) نمودار مکان - زمان یک خط مورب است بنابراین حرکت سرعت ثابت است. (شیب نمودار مکان ـ زمان متحرک A $v_A=$)

$x_A=v_At+x_{0A}$

$v_A=m_A=\frac{10}{10}=\frac{1}{2}\frac{m}{s}$

$x_A=t+40$

$x_B=v_Bt+x_{0B} \rightarrow x_B=2t-20\left(m_B=\frac{20}{10}=2\frac{m}{s}\right)$

ب) $x_A=x_B \rightarrow t+40=2t-20 \rightarrow t=60s$

$\rightarrow x_A=x_B=60+40=100m$

۵

الف) ثابت — ب) سرعت

پ) بسامد — ت) کمتر

۶

الف) $E=K_{max}=0/8J$

ب) $E=\frac{1}{2}m\omega^2A^2 \rightarrow 0/8=\frac{1}{2}\times 0/4\times\omega^2\times 16$

$\rightarrow \omega^2=0/25 \rightarrow \omega=0/5\frac{rad}{s}$

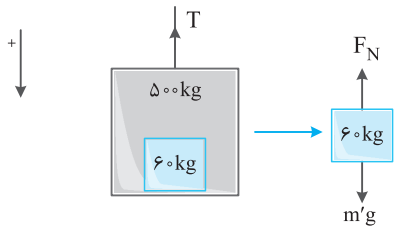
۷

الف) جنس ماده ـ دمای ماده

ب) بسامدهای بین ۲۰ تا ۲۰۰۰۰ هرتز

پ) بیشترین شدتی که گوش انسان بدون درد می‌شنود.

۸



$mg-T=ma \rightarrow 5600-5040=560a$

$m'g-f_N=m'a \rightarrow 600-F_N=60\times 1$

۹

$\Delta P=F\Delta t=P(8)-P(0)=-18\times 8$

$P(8)-6\times 20=-144 \rightarrow P(8)=-144+120=-24\ N.s$

۱۰

الف) $c=\frac{1}{\sqrt{\varepsilon_0\mu_0}}$ — ب) کمتر

پ) هم‌بسامد

۱۲

الف) $f=\frac{N}{t}=\frac{1200}{60}=20\frac{1}{s}$

$T=\frac{1}{f}=\frac{1}{20}s$

$\omega=2\pi f=2\pi\times 20=40\pi\frac{rad}{s}$

ب) $v=r\omega=0/3\times 40\pi=0/3\times 40\times 3=36\frac{m}{s}$

$a=r\omega^2=0/3\times(40\pi)^2=0/3\times 40\times 40\times\pi^2=4320\frac{m}{s^2}$

۱۳

$72\frac{km}{h}=20\frac{m}{s}$

الف) $\Delta x=\left(\frac{v+v_0}{2}\right)\Delta t=\left(\frac{0+20}{2}\right)\times 5=50m$

ب) $v^2-v_0^2=2a\Delta x \rightarrow 0-400=2\times a\times 50 \rightarrow a=-4\frac{m}{s^2}$

پ) $\bar{v}=\frac{v+v_0}{2}=\frac{0+20}{2}=10\frac{m}{s}$

۱۴

گام اول:

$F_1=-k(L-24)=2$

$F_2=-k(L-30)=5$

$\frac{F_1}{F_2}=\frac{-k(L-24)}{-k(L-30)}=\frac{2}{5}\Rightarrow\frac{L-24}{L-30}=\frac{2}{5}$

$\Rightarrow 5L-120=2L-60\Rightarrow 3L=60\Rightarrow L=20cm$

گام دوم:

$F_1=-k(L-24)=2 \rightarrow -k(20-24)=2$

$\rightarrow 4k=2 \rightarrow k=\frac{1}{2}\frac{N}{m}$

۱۵

$\Delta P=F\Delta t=S_{F-t} \rightarrow \Delta P=1/5\times 24=36$

$\Delta P=mv_2-mv_1=36$

$3v_2-3\times 0=36 \rightarrow 3v_2=36 \rightarrow v_2=12\frac{m}{s}$

۱۶

$v=\sqrt{\frac{F.L}{m}}=\sqrt{\frac{16\times 4\times 10^{-2}}{400\times 10^{-3}}}=4\frac{m}{s}$

فیزیک (۳) — پاسخ‌نامه آزمون (۲)

۱

الف) خلاف جهت محور x — ب) t_3

پ) t_2 — ت) کندشونده

ث) مثبت

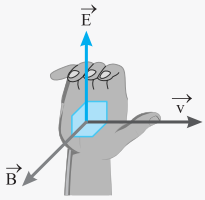
۲

$T=\frac{t}{N} \rightarrow T=\frac{54}{30}=1/8s$

$T=2\pi\sqrt{\frac{L}{g}} \rightarrow 1/8=2\pi\sqrt{\frac{L}{\pi^2}} \rightarrow L=0/81m=81cm$

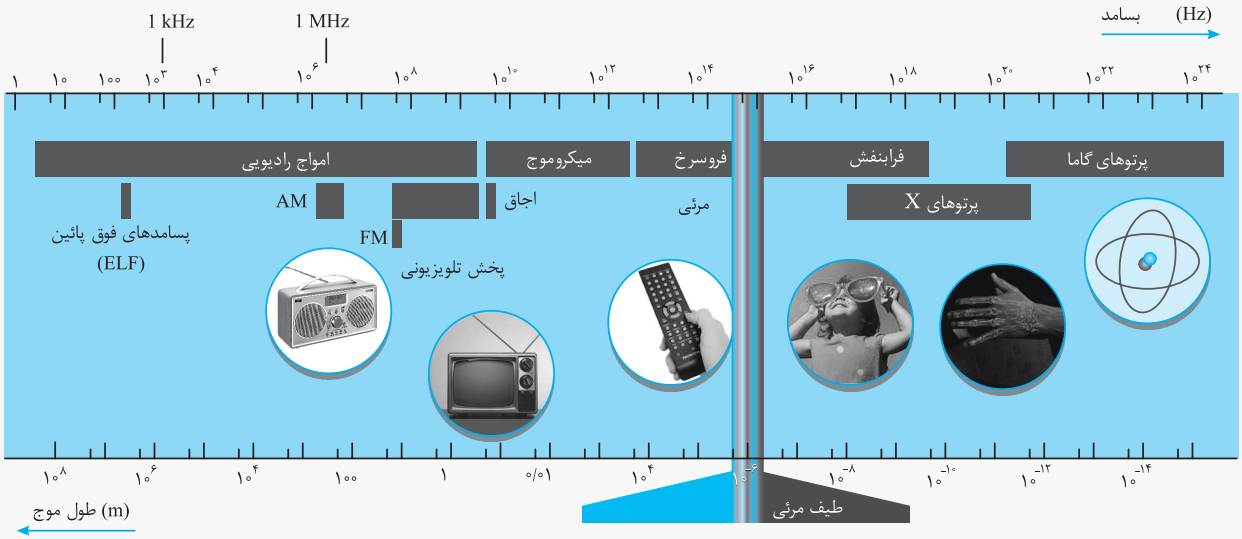
میدان‌های الکتریکی و مغناطیسی همواره به‌طور سینوسی و با بسامد یکسان و همگام با یکدیگر تغییر می‌کنند.

توجه جهت بردار سرعت انتشار موج الکترومغناطیس از قاعده دست راست $(\vec{E}\times\vec{B})$ حاصل می‌شود. یعنی اگر چهار انگشت باز شده دست خود را در جهت میدان الکتریکی قرار دهیم و آن را به سمت میدان مغناطیسی خم کنیم، انگشت باز شده شست، جهت انتشار امواج الکترومغناطیسی را نشان می‌دهند.



قاعدهٔ دست راست برای یافتن جهت انتشار موج‌الکترومغناطیسی

توجه میدان الکتریکی متغیر با زمان میدان مغناطیسی تولید می‌کند و میدان مغناطیسی متغیر با زمان ایجاد میدان الکتریکی می‌نماید.



توجه

$C=\frac{1}{\sqrt{\mu_0\varepsilon_0}}$

c: سرعت نور در خلأ برحسب برابر با $3\times10^8\ \frac{m}{s}$

μ_0: تراوایی مغناطیسی خلأ برابر با $4\pi\times10^{-7}\ \frac{Im}{A}$

ε_0: ضریب گذردهی الکتریکی خلأ برابر با $8/85\times10^{-12}\ \frac{C^2}{N.m^2}$

توجه تندی انتشار موج‌های الکترومغناطیسی نیز همچون موج‌های مکانیکی، از رابطه $v=\lambda f$ به دست می‌آید که در خلأ برابر سرعت نور است.

$\lambda=\frac{C}{f}$

λ: طول موج در خلأ برحسب m

c: سرعت نور در خلأ برحسب $\frac{m}{s}$

f: بسامد موج برحسب Hz

رنگین‌کمان ماکسول

طیف امواج الکترومغناطیسی شامل امواج رادیویی، میکروموج، فرو سرخ، طیف نورمرئی، فرابنفش، پرتوهای x و پرتوهای گاما است. که به ترتیب در رنگین‌کمان ماکسول از کم‌ترین بسامد تا بیشترین بسامد مرتب شده‌اند.

موج طولی و مشخصه‌های آن

مشخصه‌های موج طولی تماماً مانند مشخصه‌های موج (موج عرضی) است و تنها راستای انتشار در راستای نوسان است به طور مثال طول موج برای امواج طولی برابر با فاصله بین دو نقطه متراکم متوالی یا دو انبساط متوالی (معادل دره در موج عرضی) است.

در امواج طولی دامنه موج طولی برابر با بیشینه جابه‌جایی از مکان تعادل است.

توجه تفاوت مهم بین امواج طولی و عرضی در این است که سرعت انتشار امواج طولی در یک محیط جامد بیشتر از سرعت انتشار امواج عرضی در همان محیط است.

موج صوتی

در انتشار صوت ذره‌های هوا در راستای انتشار نوسان می‌کنند، پس موج صوتی، موج طولی می‌باشد.

وقتی یک چشمه صوت مرتعش می‌شود، صوت ایجاد شده در تمام جهت‌ها منتشر می‌شود.

انتشار صوت نیاز به محیط مادی دارد.

در انتشار صوت ذره‌های هوا منتقل نمی‌شوند، بلکه حول وضع تعادل خود نوسان می‌کنند و سبب تولید لایه‌های تراکمی یا انبساطی می‌شوند.

اگر یک دیاپازون را به ارتعاش درآوریم. ارتعاش دیاپازون باعث می‌شود، هوای مجاور آن که در حال تعادل است، متراکم یا منبسط شود و در

نتیجه فشار و چگالی هوای مجاور دیاپازون بیشتر یا کم‌تر شود. این لایه‌های هوای متراکم یا منبسط شده لایه‌های مجاور خود را متراکم یا منبسط می‌کنند. در واقع این لایه‌های هوای متراکم شده یا منبسط شده به صورت تپ‌های متوالی تراکمی یا انبساطی در هوا منتشر می‌شوند و سبب تولید و انتشار موج صوتی می‌شوند.

$$v_{صوت} = \frac{\lambda}{T} = \lambda f$$

توجه ۱ـ تندی انتشار صوت به ویژگی‌های محیط بستگی دارد؛ یعنی هر چه محیط تراکم‌ناپذیرتر و چگالی آن کم‌تر باشد، تندی انتشار صوت در آن بیشتر است.

سرعت انتشار صوت در جامدات بیشتر از مایعات و در مایعات بیشتر از گازها است. $V_{صوت}$: جامدات > مایعات > گازها

۲ـ سرعت بالاتر صوت در جامدات مربوط به قدرت بر هم کنش بیشتر در بین مولکول‌های جامد نسبت به مولکول‌های گاز است. به عبارت دیگر سرعت صوت به نوع ماده‌ای که صوت در آن منتشر می‌شود، بستگی دارد. هر چه ماده متراکم‌تر باشد، به علت این که مولکول‌های آن به هم نزدیک‌تر است، تپ ایجاد شده در آن، در زمان کم‌تری به نقطه مجاور خود منتقل می‌شود، پس سرعت صوت در آن بیشتر است.

سرعت صوت علاوه بر جنس ماده به دما نیز بستگی دارد.

رابطه تندی صوت با دما:

$$V = (۳۳۱\frac{m}{s})\sqrt{\frac{T}{۲۷۳K}}$$

شدت و بلندی صوت

صداهایی را که در محیط پیرامون می‌شنویم دارای دو ویژگی هستند:

۱) ارتفاع: بسامدی است که گوش ما قابلیت درک آن را دارد.

۲) بلندی: شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند.

در واقع بلندی به شدت ضربه ایجاد کننده موج (انرژی اولیه موج) بستگی دارد، پس هر صوت دو ویژگی منحصر به خود دارد که یکی به بسامد آن و دیگری به شدت آن بستگی دارد.

شدت صوت

چشمه صوت انرژی را با به حرکت در آوردن لایه‌ای از محیط که در تماس مستقیم با چشمه است به لایه‌های دیگر منتقل می‌کند و انرژی از هر لایه، به لایه بعدی منتقل می‌شود. بنابراین مقدار انرژی که در واحد زمان به واحد سطح عمود بر راستای انتشار می‌دهد، شدت صوت نامیده می‌شود.

$$I = \frac{E}{A.t} = \frac{E}{t} \times \frac{۱}{A} = \frac{P}{A}$$

$$E = \frac{۱}{۲}m\omega^۲A^۲ = ۲\pi^۲mf^۲A^۲$$

I: شدت صوت برحسب $\frac{W}{m^۲}$

E: انرژی مکانیکی منتقل شده توسط صوت به محیط برحسب J

رابطه شدت صوت با فاصله از چشمه صوت به صورت زیر است:

$$I_۱ = \frac{P_۱}{A_۱} = \frac{P_۱}{۴\pi r_۱^۲} \rightarrow P_۱ = (۴\pi r_۱^۲)I_۱$$

$$I_۲ = \frac{P_۲}{A_۲} = \frac{P_۲}{۴\pi r_۲^۲} \rightarrow P_۲ = (۴\pi r_۲^۲)I_۲$$

A: مساحت کره‌ای که در هر لحظه انرژی صوت در آن پخش می‌شود، برحسب $m^۲$

t: زمان برحسب s

P: توان چشمه صورت برحسب W

فرض می‌کنیم توان چشمه صوت P است و شدت صوت روی کره‌ای به شعاع r گسترش می‌یابد.

برای یک چشمه صوت در فاصله‌های مختلف خواهیم داشت:

$$\frac{I_۲}{I_۱} = \frac{\frac{P}{A_۲}}{\frac{P}{A_۱}} = \frac{A_۱}{A_۲} = \frac{۴\pi r_۱^۲}{۴\pi r_۲^۲} \rightarrow \frac{I_۲}{I_۱} = (\frac{r_۱}{r_۲})^۲$$

$r_۱$: فاصله اولیه از چشمه صوت برحسب m

$r_۲$: فاصله ثانویه از چشمه صوت برحسب m

تراز شدت صوت

تراز شدت صوت عبارت است از لگاریتم (در پایه ۱۰) نسبت شدت آن صوت به شدت صوت مبنا. تراز شدت صوت را با نماد β نشان می‌دهند و یکای آن دسی‌بل (dB) است. بنابراین خواهیم داشت:

$$\beta = ۱۰\log(\frac{I}{I_۰})$$

β: تراز شدت صوت برحسب dB ، I: شدت صوت برحسب $\frac{W}{m^۲}$ ،

$I_۰$: شدت صوت مبنا برحسب $\frac{W}{m^۲}$ معادل با $۱/۰۰\times۱۰^{-۱۲}\frac{W}{m^۲}$

توجه ۱- تراز شدت صوت مبنا برابر صفر است.

$$\beta = ۱۰\log(\frac{I_۰}{I_۰}) = ۰$$

۲- بلندی صوتی که گوش ما درک می‌کند علاوه بر شدت صوت به بسامد آن صوت نیز بستگی دارد.

۳- به علت سازوکار شنوایی گوش ما، ممکن است بلندی دو صوت با شدت صوت یکسان، اما با بسامدهای متفاوت، دارای بلندی‌ها متفاوتی باشند. (گوش ما آن دو را با بلندی‌های متفاوتی احساس کند)

۴- بیشترین حساسیت گوش انسان مربوط به بازه ۲۰۰۰Hz تا ۵۰۰۰Hz می‌باشد و در این بازه بیشترین حد حساسیت متعلق به صوت با بسامد ۳۳۰۰Hz است.

۵- گوش انسان قادر به درک صداهایی با بسامدهای ۲۰Hz تا ۲۰۰۰۰Hz است.

۶- در منحنی شنوایی انسان، هر منحنی را با تراز صوتی آن برحسب دسی‌بل در بسامد ۱۰۰۰Hz مشخص می‌کنند و آن را با فون (Phone) نشان می‌دهند.

۷- تفاضل تراز شدت دو صوت را **بلندی نسبی** می‌نامیم و آن را با $\Delta\beta$ نشان می‌دهیم:

$$\Delta\beta = \beta_2 - \beta_1 = 10\log(\frac{I_2}{I_0}) - 10\log(\frac{I_1}{I_0}) = 10\log(\frac{I_2}{I_1})$$

۸ـ صدایی که از دیاپازون به گوش انسان می‌رسد به دلیل میرایی کم به حرکت هماهنگ ساده نزدیک است. به‌صوت حاصل از چنین چشمه‌هایی تن موسیقی یا به اختصار تن گفته می‌شود.

۹ـ هر صدا دارای دو ویژگی است:

۱) ارتفاع: بسامدی است که گوش انسان درک می‌کند.

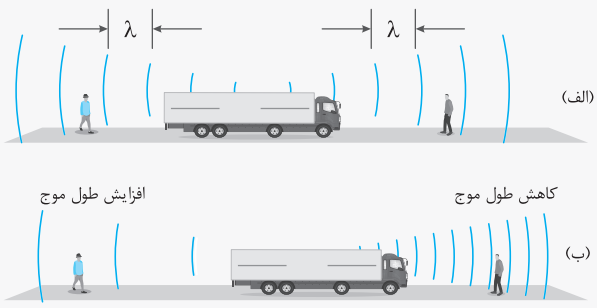
۲) بلندی: شدتی است که گوش انسان از صوت درک می‌کند. شایان ذکر است که بلندی با شدت تفاوت دارد. شدت را می‌توان با یک آشکارساز اندازه‌گیری نمود(ویژگی فیزیکی) اما در واقع بلندی شدتی است که گوش انسان درک کرده است (یعنی علاوه بر ویژگی فیزیکی به گوش شنونده نیز بستگی دارد.)

اثر دوپلر

حتماً تا به حال به تفاوت آژیر آمبولانس هنگامی‌که به شما نزدیک می‌شود، نسبت به حالتی که در حال دور شدن از شما است، دقت کرده‌اید. علت این تفاوت چیست؟

علت این تفاوت در آژیر، تفاوت در بسامد دریافتی از آژیر در این دو حالت است.

به تغییر بسامد دریافتی که از حرکت چشمه، یا حرکت ناظر ناشی می‌شود اثر دوپلر می‌گویند.



اثر دوپلر همچنین در امواج الکترومغناطیسی نیز اتفاق می‌افتد. اندازه‌گیری این تغییرات نقش مهمی در اخترشناسی دارد.

وقتی چشمهٔ نور از ناظر (آشکارساز) دور می‌شود. طول موج افزایش می‌یابد که اصطلاحاً به آن انتقال به سرخ می‌گویند وقتی چشمهٔ نور به ناظر نزدیک می‌شود، طول موج کاهش پیدا می‌کند که به آن اصطلاحاً انتقال به آبی می‌گویند.

فصل چهارم: برهم کنش‌های موج

انواع برهم کنش‌های امواج

۱) بازتاب: بر هم کنش امواج با محیط پیرامون

۲) شکست: بر هم کنش امواج با محیط پیرامون

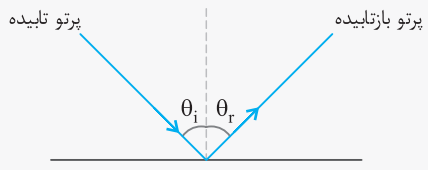
۳) پراش: بر هم کنش امواج با محیط پیرامون

۴) تداخل: بر هم‌کنش امواج با یکدیگر

بازتاب

قانون بازتاب عمومی

برای تمام امواج (مکانیکی و الکترومغناطیسی)، زاویه تابش با زاویه بازتابش برابر است: $\theta_i = \theta_r$



توجه

۱- برای تمام امواج، پرتو تابش، پرتوی بازتابش و خط عمود بر سطح بازتابنده، در هر بازتابشی، در یک صفحه قرار دارند.

۲- تمام امواج، مکانیکی و الکترومغناطیسی بازتاب می‌شوند.

۳- بازتاب امواج در زندگی بشر تأثیر فراوانی دارد. تولید صدا در آلات موسیقی، پژواک صداها، دیدن ماه، دیدن صفحه کتاب، گرم شدن موادغذایی در اجاق‌های خورشیدی، جمع شدن امواج رادیویی در کانون آنتن‌های بشقابی و... مثال‌هایی از بازتاب امواج مکانیکی و امواج الکترومغناطیسی در زندگی روزانه بشر هستند.

بازتاب امواج مکانیکی

پژواک:

بازگشت صدا در اثر برخورد با مانع را پژواک می‌نامیم. پژواک نمونه‌ای از بازتاب امواج مکانیکی است. در برابر مانعی، صوتی ایجاد نمایید، اگر صوت پس از بازتاب، با یک تأخیر زمانی به گوش شنونده‌ای برسد که